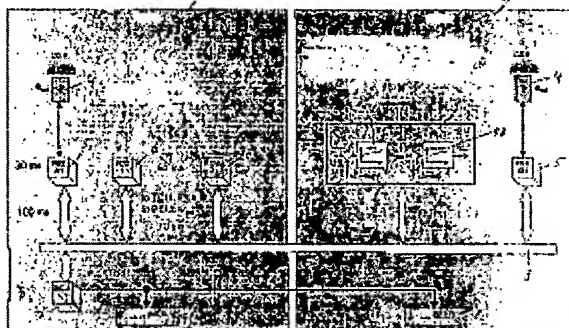


## Load independent acceleration of electrically powered vehicles

**Patent number:** DE19823348  
**Publication date:** 1999-11-25  
**Inventor:** KOHLS MATTHIAS [DE]; SCHUPPE AXEL [DE];  
SCHUELER HORST [DE]  
**Applicant:** ABB DAIMLER BENZ TRANSP [DE]  
**Classification:**  
- international: B60L15/20; G05B13/02  
- european: B60L15/20  
**Application number:** DE19981023348 19980513  
**Priority number(s):** DE19981023348 19980513

### Abstract of DE19823348

A pair of electrically powered vehicles, e.g. tram or train are mechanically coupled and also are connected by a common data bus. The bus has a number of processor units that are used to control the drives of the system. In particular the units control the acceleration and for this the actual acceleration is compared with the command value



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 198 23 348 A 1

51 Int. Cl. 6:  
**B 60 L 15/20**  
G 05 B 13/02

21 Aktenzeichen: 198 23 348.5  
22 Anmeldetag: 13. 5. 98  
43 Offenlegungstag: 25. 11. 99

DE 198 23 348 A 1

71 Anmelder:  
ABB Daimler-Benz Transportation (Technology)  
GmbH, 13627 Berlin, DE

72 Erfinder:  
Kohls, Matthias, 10178 Berlin, DE; Schuppe, Axel,  
12557 Berlin, DE; Schüler, Horst, 10827 Berlin, DE

56 Entgegenhaltungen:

DE 42 25 683 C2  
DE-AS 14 38 816  
DE 1 954 77 716 A1  
US 49 92 715

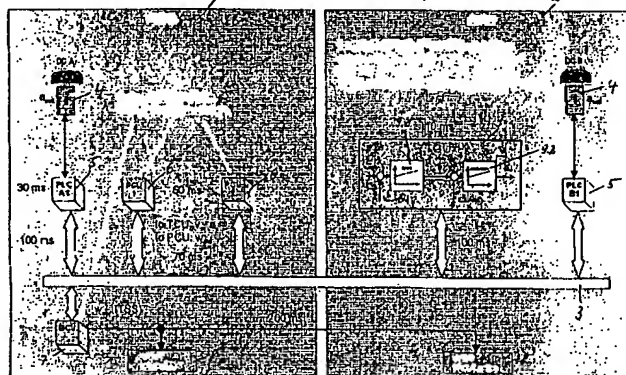
DE-Z: Scholtis, G.: "Halbautomatische elektro-  
nische Fahr-Brems-Steuerungen..." in: Verkehr und  
Technik 1975, H.8, S.290-296;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur lastunabhängigen Beschleunigungsregelung bei einem elektrisch angetriebenen Fahrzeug

57 Bei einem Verfahren zur lastunabhängigen Beschleunigungsregelung bei einem elektrisch angetriebenen Fahrzeug mit sich ändernder Belastung, bei dem durch eine externe Eingabe ein Beschleunigungs-Sollwert vorgegeben wird, werden ein Beschleunigungs-Istwert aus gemessenen Geschwindigkeitswerten berechnet und dieser zur Berechnung eines Momenten-Sollwertes mit dem Beschleunigungs-Sollwert verglichen. Die einzelnen Verarbeitungsschritte des Regelungsvorganges werden asynchron durchgeführt und die Übertragung der zur Regelung erforderlichen Daten zwischen den einzelnen Gliedern der Regelvorrichtung erfolgt über einen nichtdeterministisch übertragenden Datenbus. Die Regelung wird vorzugsweise mittels eines modifizierten digitalen Phasenreglers durchgeführt. Um das Auftreten von Schwingungen zu vermeiden, werden die Änderungen des Ausgangssignals (Momenten-Sollwert) des Phasenreglers auf einen konstanten Wert eingestellt.



DE 198 23 348 A 1

1  
Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Elektrisch angetriebene Fahrzeug wie beispielsweise Straßenbahnen oder Züge werden in der Weise gesteuert, daß üblicherweise durch einen Fahrzeugführer Beschleunigungs-Sollwerte vorgegeben werden, aus denen Momenten-Sollwerte ermittelt werden, die zu den Antriebsaggregaten des Fahrzeugs geliefert werden. Es besteht hier das Problem, daß durch die wechselnde Anzahl der Fahrgäste sich die Belastung des Fahrzeugs ändert, was bei einer diesen Umstand nicht berücksichtigenden Regelung unerwünschte Auswirkungen auf die Beschleunigung hat. Es ist daher bekannt, an den Fahrzeugen Lastmeßgeräte vorzusehen, deren Meßwerte die Regelung in der Weise beeinflussen, daß eine weitgehend lastunabhängige Beschleunigung erhalten wird. Diese Art der Regelung führt jedoch zu einem erheblichen gerätemäßigen Mehraufwand und zudem ist die Lasterfassung relativ ungenau und störanfällig.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur lastunabhängigen Beschleunigungsregelung bei einem elektrisch angetriebenen Fahrzeug mit sich ändernder Belastung, bei dem durch eine externe Eingabe ein Beschleunigungs-Sollwert vorgegeben und aus diesem ein Momenten-Sollwert für den Fahrzeugantrieb ermittelt wird, anzugeben, das keine separate Lasterfassung erfordert und ohne zusätzlichen Geräteaufwand realisiert werden kann, so daß es auch eine höhere Betriebssicherheit gewährleistet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Dadurch, daß ein Beschleunigungs-Istwert aus gemessenen Geschwindigkeitswerten berechnet und zur Berechnung eines Momenten-Sollwertes der Beschleunigungs-Istwert mit dem Beschleunigungs-Sollwert verglichen werden, wobei die einzelnen Verarbeitungsschritte des Regelungsvorganges asynchron durchgeführt werden und die Übertragung des zur Regelung erforderlichen Daten zwischen den einzelnen Gliedern der Regelvorrichtung über einen nicht-deterministisch übertragenden Datenbus erfolgt, wird die Belastung des Fahrzeugs beispielsweise aufgrund der jeweiligen Beladung oder bei ansteigendem oder abschüssigem Fahrweg bei der Ermittlung des Beschleunigungs-Istwertes berücksichtigt, so daß entsprechende zusätzliche Meßeinrichtungen nicht erforderlich sind. Weiterhin ermöglicht die zeitliche Entkopplung der einzelnen Verarbeitungsschritte die Nutzung des in den heutigen Fahrzeugen üblichen Datenbusses für die Datenübertragung, so daß kein zusätzlicher gerätemäßiger Aufwand zu erbringen ist, sondern das Verfahren ausschließlich mittels der bereits vorhandenen Ausrüstung realisiert werden kann.

Die Erzeugung des Momenten-Sollwertes erfolgt vorzugsweise mittels eines modifizierten digitalen Phasenreglers, welcher für bestimmte Bereiche der Differenz zwischen Beschleunigungs-Sollwert und Beschleunigungs-Istwert jeweils einen konstanten Wert für die Änderung des Momenten-Sollwertes annimmt, das heißt mit steigendem Differenzwert steigt die Änderung des Momenten-Sollwertes stufenförmig an. Bei großen Änderungen des Beschleunigungs-Sollwertes wird vorteilhaft zunächst der Momenten-Sollwert unabhängig von der Regelung sprunghaft verändert und der so veränderte Wert als Startwert für die weitere Regelung verwendet.

Wenn das Fahrzeug mehrere Antriebssteuergeräte enthält, so wird diesem derselbe, zentral bestimmte Momenten-Sollwert zugeführt, um zu verhindern, daß die Antriebsaggre-

gate unterschiedlich belastet werden.

Unter Beschleunigung wird im Sinne der vorliegenden Erfindung nicht nur eine positive, sondern auch eine negative Beschleunigung, d. h. eine Verzögerung verstanden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Illustration einer Regelungsvorrichtung;

Fig. 2 ein Flußdiagramm über den normalen Ablauf einer Regelung;

Fig. 3 ein Flußdiagramm über den Ablauf bei einer größeren Änderung des Beschleunigungs-Sollwertes, und

Fig. 4 ein Flußdiagramm hinsichtlich der Einstellung unterschiedlicher Stufen der Änderung des Momenten-Sollwertes.

Fig. 1 zeigt ein aus zwei Wagen 1 und 2 gebildetes, elektrisch angetriebenes Fahrzeug, zum Beispiel eine Straßenbahn. Die beiden Wagen 1 und 2 sind nicht nur mechanisch miteinander gekoppelt, sondern auch durch einen gemeinsamen Datenbus 3 miteinander verbunden, über den ein Datenaustausch zwischen allen elektrisch ansteuerbaren Komponenten beider Wagen 1 und 2 erfolgt.

Beide Wagen 1 und 2 weisen jeweils einen Führerstand auf, der einen Sollwertgeber 4 für die Beschleunigung des Fahrzeugs besitzt. Im Betrieb ist einer der Führerstände von einem Fahrzeugführer besetzt, das heißt der Fahrzeugführer gibt manuell über den zugeordneten Sollwertgeber 4 den Beschleunigungs-Sollwert für das Fahrzeug ein. Die Sollwertgeber 4 sind jeweils über eine programmierbare Ein-/Aus-Schnittstelle 5 mit dem Datenbus 3 verbunden.

An den Datenbus 3 sind weiterhin Antriebssteuereinheiten 6 angeschlossen, die jeweils ein zugeordnetes Antriebsaggregat entsprechend einem zugeführten Momenten-Sollwert ( $w_{md}$ ) steuern. Die Antriebssteuereinheiten 6 ihrerseits messen die Istgeschwindigkeit ( $v_x$ ) des Fahrzeugs und berechnen aus dieser die Istbeschleunigung ( $a_x$ ). Die Antriebssteuereinheiten 6 sind nur im Wagen 1 dargestellt; selbstverständlich können diese auch auf beide Wagen 1 und 2 aufgeteilt sein.

Die Antriebssteuereinheiten 6 steuern die Antriebsaggregate nicht nur für einen Antriebsvorgang, sondern auch für einen Bremsvorgang. Die hier beschriebene Beschleunigungsregelung umfaßt daher die über die Antriebssteuereinheiten 6 ausgelösten Antriebs- und Bremsvorgänge. Unabhängig von dieser Regelung kann eine Bremssteuereinheit 7 wirksam sein, die jedoch nur zur Steuerung mechanischer Bremsen 8 dient. Die mechanischen Bremsen 8 werden nur aktiviert, wenn die über die Antriebssteuereinheiten 6 gesteuerten elektrischen Bremsen ausfallen; außerdem werden sie als "Feststellbremse" im Stillstand und bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten zum Anhalten eingesetzt.

Das System umfaßt weiterhin eine Leitsteuereinheit 9, die aus den Soll- und Istwerten der Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung den geeigneten Momenten-Sollwert für die Steuerung der Antriebsaggregate bestimmt. Zunächst wird in einer Begrenzereinheit 9.1 geprüft, ob der Mittelwert ( $v_{mittel}$ ) der von den einzelnen Antriebssteuereinheiten 6 gemessenen Geschwindigkeiten eine maximal zulässige Geschwindigkeit ( $v_{sollmax}$ ) überschreitet. Ist dies der Fall, dann wird die Beschleunigungsregelung solange ausgesetzt, bis die maximal zulässige Geschwindigkeit wieder unterschritten ist. Ein Phasenregler 9.2 bestimmt einen Momenten-Sollwert ( $w_{md}$ ) aus dem von dem Fahrzeugführer betätigten Sollwertgeber 4 vorgegebenen Beschleunigungs-Sollwert ( $a_{soll}$ ) und dem Mittelwert ( $a_{mittel}$ ) der von den einzelnen Antriebssteuereinheiten 6 ermittelten Beschleunigungs-Istwerte ( $a_x$ ). Die Arbeitsweise des Phasenreglers 9.2 wird

nachfolgend anhand der Fig. 2 erläutert.

Die einzelnen Elemente des beschriebenen Regelkreises arbeiten zeitlich voneinander entkoppelt. Es wird beispielsweise der am Sollwertgeber 4 eingestellte Sollwert nach jeweils 30 ms von der Schnittstelle 5 abgetastet. Bei den Antriebssteuereinheiten 6 beträgt die Signalverzögerung etwa 50 ms. Der Datenbus 3 überträgt die Daten zwischen den Schnittstellen 5, den Antriebssteuereinheiten 6 und der Leiteinheit 9 in nicht-deterministischer Weise, das heißt die Datenübertragungszeiten variieren. Diese liegen für eine Datenübertragung etwa im Bereich von 70 ms bis 100 ms. Es kann daher damit gerechnet werden, daß die Zeitverzögerung zwischen einer Sollwertänderung und der Ankunft des entsprechenden Momenten-Sollwertsignals bei den Antriebssteuereinheiten 6 etwa 300 bis 400 ms beträgt.

Bei einer einen Bremsbefehl darstellenden Änderung des Beschleunigungs-Sollwertes erfolgt daher aus Sicherheitsgründen eine Sofortbremsung, indem ein Bremsbefehl über eine gesonderte Leitung unmittelbar zu den Antriebssteuereinheiten 6, in denen ein zugeordneter Momenten-Sollwert gespeichert ist, übermittelt wird, während die von der Größe der Sollwertänderung abhängige Einstellung des Momenten-Sollwertes erst nach Durchlaufen des Regelkreises wirksam wird.

Anhand des Flußdiagramms nach Fig. 2 wird nun die Arbeitsweise des Phasenreglers 9.2 erläutert.

Zunächst werden im Schritt S1 die Eingangsgrößen vorgegeben. Hierin bedeuten: die Beschleunigungsdifferenz  $a_{diff}$  die Sollbeschleunigung  $a_{soll}$  abzüglich der gemittelten Istbeschleunigung  $a_{mittel}$ ;  $\delta a$  die Differenz aus der gegenwärtigen Beschleunigungsdifferenz  $a_{diff}$  und der des vorhergehenden Zyklus ( $a_{diff}(-1)$ );  $\delta wmd$  die Änderung des Momenten-Sollwertes.

Im Schritt S2 wird geprüft, ob die Abweichung der Istbeschleunigung von der Sollbeschleunigung  $< 0$  ist. Wenn dies der Fall ist, das heißt die Beschleunigung zu hoch ist, wird im Schritt S3 geprüft, ob  $\delta a > 0$  ist. Ist dies nicht der Fall, das heißt die Beschleunigung nimmt zu oder ist konstant, dann wird im Schritt S4 bestimmt, daß der Momenten-Sollwert  $wmd$  um  $\delta wmd$  verringert wird.

Wird im Schritt S3 festgestellt, daß  $\delta a > 0$  ist, das heißt die Beschleunigung abnimmt, erfolgt der Übergang zum Schritt S5, in welchem bestimmt wird, daß der Momenten-Sollwert  $wmd$  nicht geändert wird.

Wenn im Schritt S2 nicht bestätigt wird, daß  $a_{diff} < 0$  ist, das heißt die Beschleunigung richtig oder zu niedrig ist, erfolgt im Schritt S6 die Prüfung, ob  $a_{diff} = 0$  ist. Wird dies bejaht, wird im Schritt S7 geprüft, ob  $\delta a > 0$  ist, und sofern dies nicht der Fall ist, im Schritt S8, ob  $\delta a = 0$  ist. Wird dies bestätigt, das heißt die Beschleunigung ist konstant, wird zum Schritt S5 übergegangen (keine Änderung von  $wmd$ ); wenn nicht, das heißt die Beschleunigung nimmt zu, zum Schritt S4 ( $wmd$  wird verringert).

Wenn im Schritt S6 festgestellt wird, daß  $a_{diff}$  nicht  $= 0$  ist, das heißt die Beschleunigung zu niedrig ist, wird im Schritt S9 geprüft, ob  $\delta a > 0$  ist. Wird dies bejaht, das heißt die Beschleunigung nimmt ab, wird im Schritt S10 der Momenten-Sollwert um  $\delta wmd$  erhöht, das heißt das Drehmoment verstärkt, während, wenn dies verneint wird, im Schritt S5 bestimmt wird, daß das Drehmoment konstant bleibt.

Am Ende des Ablaufs werden im Schritt S11 die Werte für  $wmd$  und  $a_{diff}$  aktualisiert.

Fig. 3 zeigt ein Flußdiagramm, bei welchem im Schritt S12 der Wert  $\delta a_{soll}$  aus der Differenz der eingegebenen Beschleunigungs-Sollwerte im gegenwärtigen und im vorhergehenden Zyklus berechnet wird. Im Schritt S13 wird geprüft, ob diese Sollwertdifferenz einen vorbestimmten

Wert, der relativ hoch angesetzt ist, überschreitet oder nicht. Wird dieser Wert überschritten, das heißt hat eine sehr große plötzliche Sollwertänderung im Führerstand stattgefunden, dann wird im Schritt S14 der Momenten-Sollwert  $wmd$  am Ausgang des Phasenreglers 9.2 sprunghaft auf einen vorgegebenen, von der normalen Regelung unabhängigen Wert angehoben. Mit diesem Wert als neuer Startwert wird dann die normale Regelung fortgesetzt (Schritt S16). Wird dagegen im Schritt S13 der konstante Wert nicht überschritten, dann entfällt der Sprung des Momenten-Sollwertes, das heißt der Regelungsvorgang wird nicht unterbrochen (Schritt S15, S16).

Fig. 4 stellt einen Ablauf dar, bei dem die Änderung des Momenten-Sollwertes in jedem Zyklus abhängig von der Soll/Istwert-Differenz der Beschleunigung in Stufen unterschiedlicher Höhe erfolgt. Schritt S17 stellt diese Differenz  $a_{diff}$  aus dem Sollwert  $a_{soll}$  und dem gemittelten Istwert  $a_{mittel}$  zur Verfügung. Schritt S18 stellt fest, ob  $a_{diff} >$  als ein vorgegebener konstanter Wert ist oder nicht. Ist dies nicht der Fall, wird  $wmd$  um den Wert 1 geändert (Schritte S19, S21); ist die Differenz größer als der konstante Wert, dann beträgt die Änderung von  $wmd$  abhängig von der Größe von  $a_{diff}$  beispielsweise das 2- oder 3-fache des Wertes 1 (Schritte S20, S21).

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur lastunabhängigen Beschleunigungsregelung bei einem elektrisch angetriebenen Fahrzeug mit sich ändernder Belastung, bei dem durch eine externe Eingabe ein Beschleunigungs-Sollwert vorgegeben und aus diesem ein Momenten-Sollwert für den Fahrzeugantrieb ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein Beschleunigungs-Istwert aus gemessenen Geschwindigkeitswerten berechnet und zur Berechnung eines Momentan-Sollwertes der Beschleunigungs-Istwert mit dem Beschleunigungs-Sollwert verglichen werden, wobei die einzelnen Verarbeitungsschritte des Regelungsvorgangs asynchron durchgeführt werden und die Übertragung der zur Regelung erforderlichen Daten zwischen den einzelnen Gliedern (5, 6, 9) der Vorrichtung über einen nicht-deterministisch übertragenden Datenbus (3) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Beschleunigungs-Istwert für mehrere Stellen des Fahrzeugs berechnet und für die Durchführung der Regelung ein entsprechender Mittelwert gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung mittels eines modifizierten digitalen Phasenreglers (9.2) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingabe des Beschleunigungs-Sollwertes manuell durch einen Fahrzeugführer erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Momenten-Sollwert über den Datenbus (3) zu mehreren Antriebssteuereinheiten (6) übertragen wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung des Momenten-Sollwertes auf einen konstanten Wert eingestellt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der konstante Wert der Änderung des Momenten-Sollwertes abhängig von der Differenz zwischen Beschleunigungs-Sollwert und Beschleunigungs-Istwert abgestuft ist.

5

6

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei großen Änderungen des Beschleunigungs-Sollwertes unabhängig von der Regelung der Momenten-Sollwert sprunghaft verändert und der so veränderte Wert als Startwert für die weitere Regelung verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung außer Kraft gesetzt wird, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit einen vorbestimmten oberen Grenzwert erreicht.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

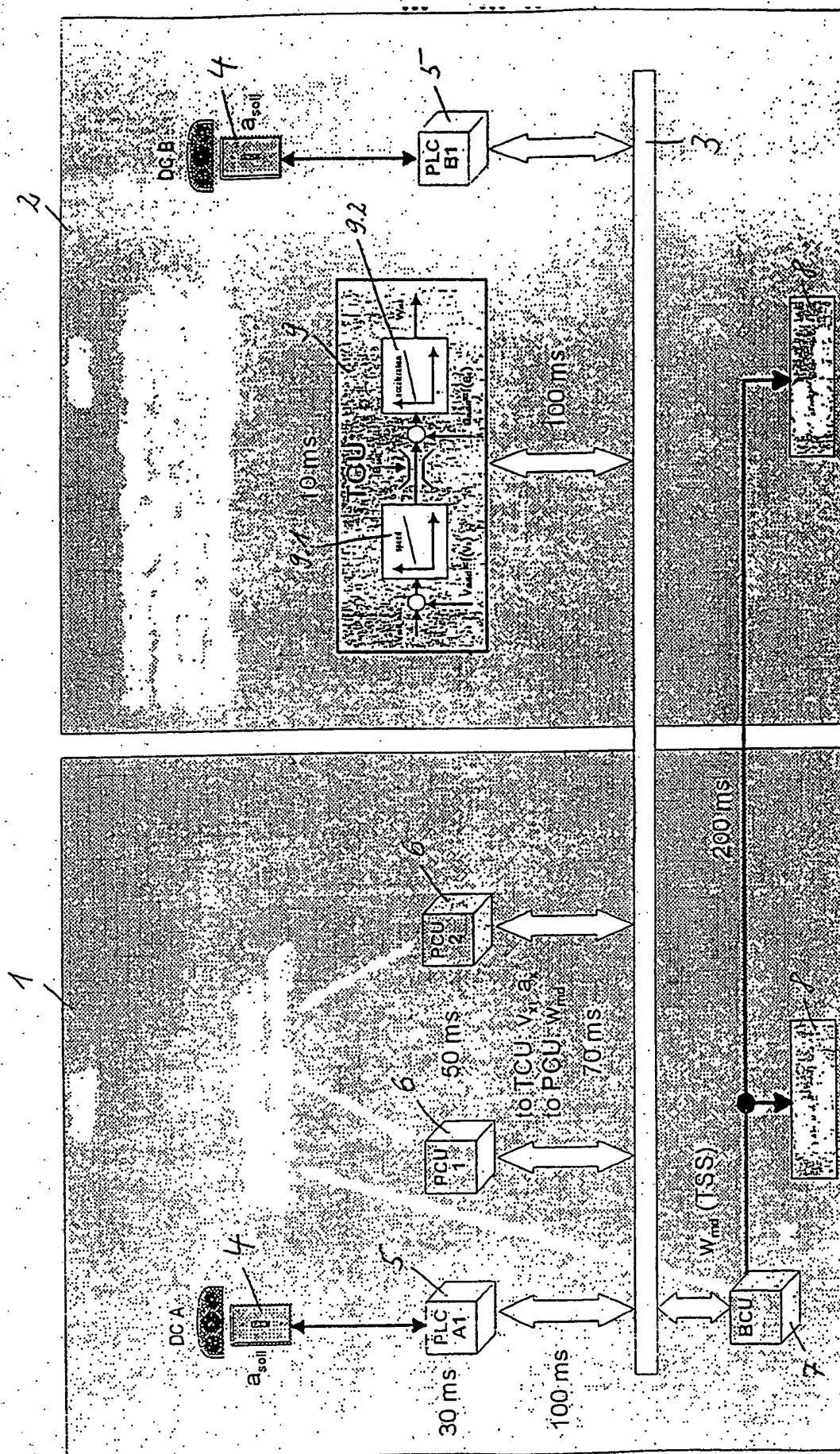


Fig. 2

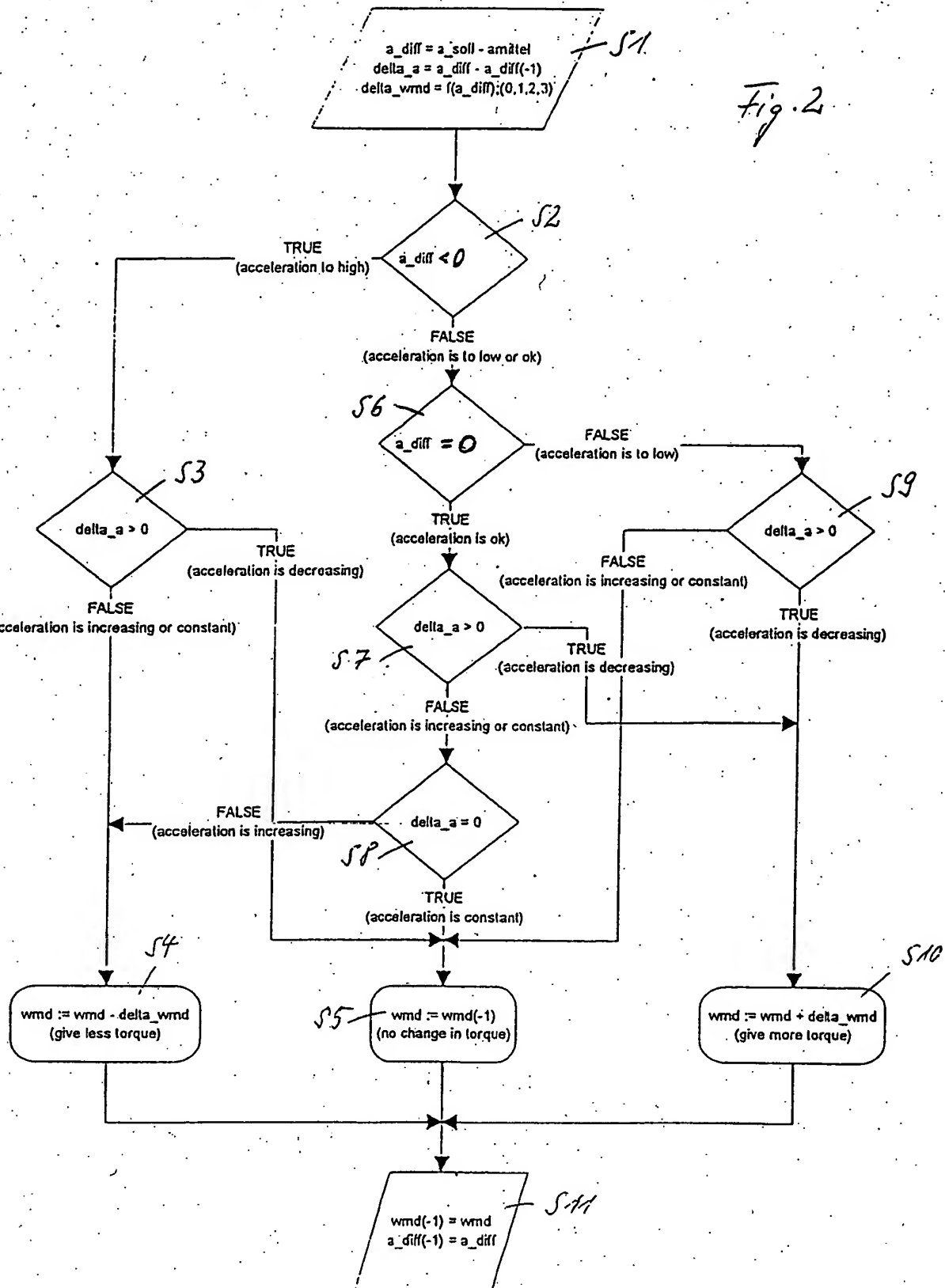




Fig. 3

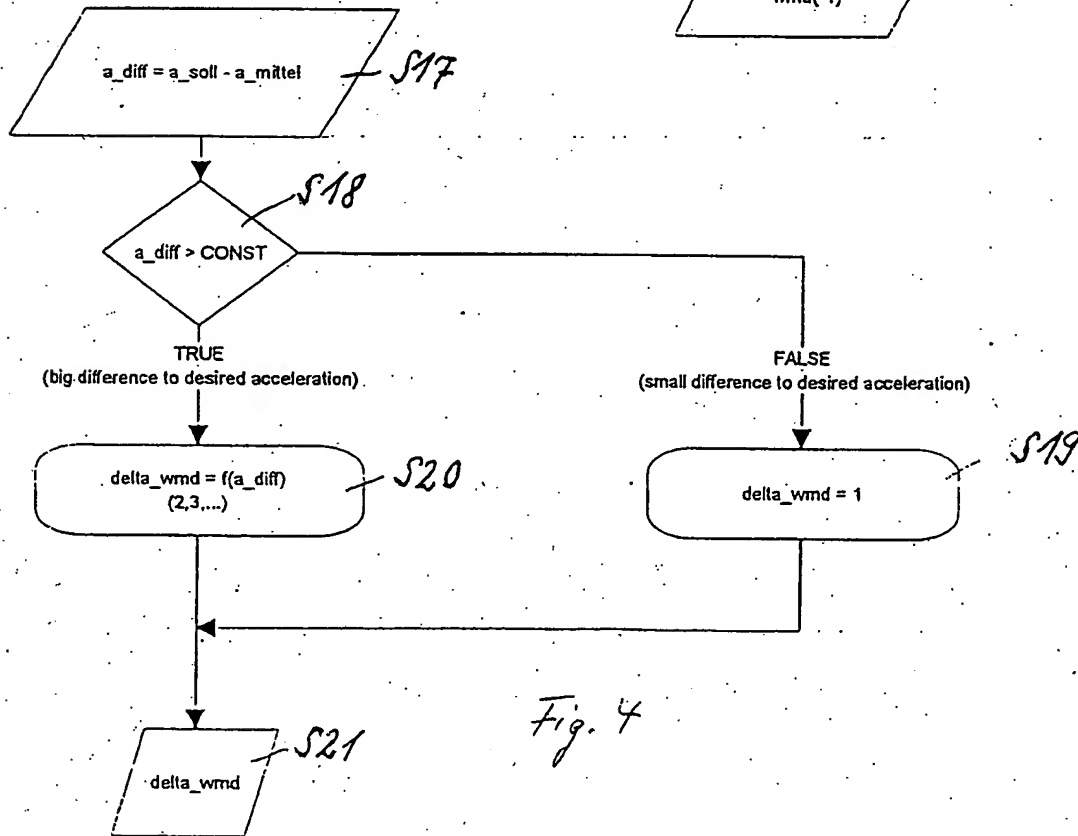
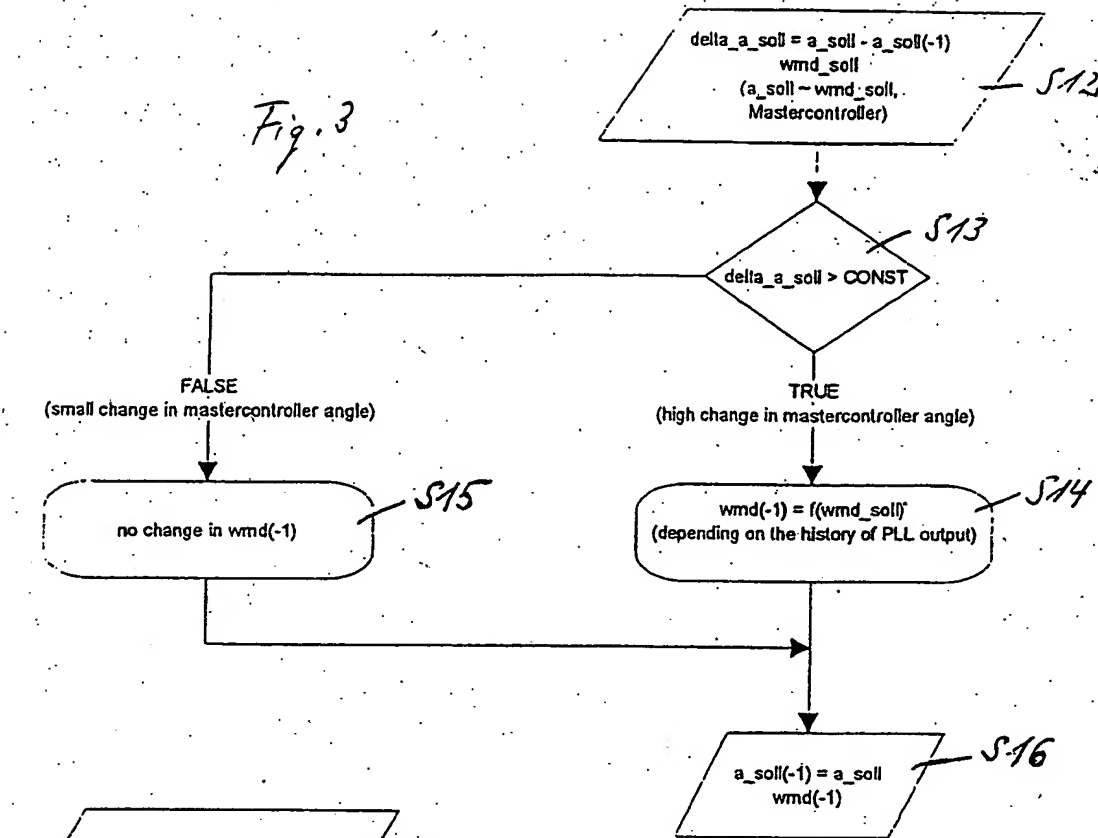


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**